

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURE

VERBAND DER
ELEKTROTECHNIK
ELEKTRONIK
INFORMATIONSTECHNIK

Computertomografie in der dimensionellen Messtechnik
Einflussgrößen auf das Messergebnis und Empfehlungen für
dimensionelle Computertomografie-Messungen

Computed tomography in dimensional measurement
Influencing variables on measurement results and
recommendations for computed-tomography dimensional
measurements

VDI/VDE 2630

Blatt 1.2 / Part 1.2

Ausg. deutsch/englisch
Issue German/English

Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.

The German version of this guideline shall be taken as authoritative. No guarantee can be given with respect to the English translation.

Inhalt	Seite	Contents	Page
Vorbemerkung	2	Preliminary note	2
Einleitung	2	Introduction	2
1 Anwendungsbereich	3	1 Scope	3
2 Formelzeichen	4	2 Symbols	4
3 Klassifikation von dimensionellen Messaufgaben mit der Computer- tomografie	4	3 Classification of dimensional measure- ment tasks performed using computed tomography	4
4 Einflussgrößen und typische Auswirkungen auf das Messergebnis	6	4 Influencing variables and typical effects on the measurement result	6
Anhang Empfehlungen zur Qualitäts- sicherung bei dimensionellen Messungen mit der Computer- tomografie	18	Annex Recommendations for quality assurance in dimensional measurements using computed tomography	18
Schrifttum	25	Bibliography	25

VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik (GMA)

Fachbereich Fertigungsmesstechnik

VDI/VDE-Handbuch Fertigungsmesstechnik
VDI-Handbuch Produktionstechnik und Fertigungsverfahren, Band 3: Betriebsmittel
VDI/VDE-Handbuch Mikro- und Feinwerktechnik

Vorbemerkung

Der Inhalt dieser Richtlinie ist entstanden unter Beachtung der Vorgaben und Empfehlungen der Richtlinie VDI 1000.

Alle Rechte, insbesondere die des Nachdrucks, der Fotokopie, der elektronischen Verwendung und der Übersetzung, jeweils auszugsweise oder vollständig, sind vorbehalten.

Die Nutzung dieser VDI-Richtlinie ist unter Wahrung des Urheberrechts und unter Beachtung der Lizenzbedingungen (www.vdi-richtlinien.de), die in den VDI-Merkblättern geregelt sind, möglich.

Allen, die ehrenamtlich an der Erarbeitung dieser VDI-Richtlinie mitgewirkt haben, sei gedankt.

Einleitung

Im Fachausschuss Computertomografie in der dimensionellen Messtechnik in der VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik (GMA) erarbeiten Fachleute VDI/VDE-Richtlinien. Diese beschreiben den Stand der Technik im Bereich der dimensionellen Messung mit Computertomografen im industriellen Umfeld. Ziel ist die Festlegung von Rahmenbedingungen und Verfahren, die die Vergleichbarkeit von Messungen und deren Rückführbarkeit gewährleisten.

Zur Richtlinienreihe VDI/VDE 2630 sind nachfolgende Themenblöcke und Blätter geplant oder in Arbeit:

Grundlagen

Blatt 1.1 Grundlagen und Definitionen

Blatt 1.2 Einflussgrößen auf das Messergebnis und Empfehlungen für dimensionelle Computertomografie-Messungen

Blatt 1.3 Leitfaden zur Anwendung von DIN EN ISO 103060 für Koordinatenmessgeräte mit CT-Sensoren

Blatt 1.4 Gegenüberstellung verschiedener dimensioneller Messverfahren

Unsicherheit/Prozesseignung/Kalibrierung

An- und Abnahme

Softwaresysteme

Eine Liste der aktuell verfügbaren Blätter dieser Richtlinienreihe ist im Internet abrufbar unter www.vdi.de/2630.

Preliminary note

The content of this guideline has been developed in strict accordance with the requirements and recommendations of the guideline VDI 1000.

All rights are reserved, including those of reprinting, reproduction (photocopying, micro copying), storage in data processing systems and translation, either of the full text or of extracts.

The use of this guideline without infringement of copyright is permitted subject to the licensing conditions specified in the VDI notices (www.vdi-richtlinien.de).

We wish to express our gratitude to all honorary contributors to this guideline.

Introduction

In the technical committee Computed Tomography in Dimensional Measurement within the VDI/VDE Society for Measurement and Automatic Control (GMA), experts meet to draft VDI/VDE Guidelines. These guidelines describe the state of the art in the field of computed-tomography dimensional measurements for industrial applications, with the aim of specifying outline conditions and procedures that ensure the reproducibility and traceability of measurements.

In the series of guidelines under the generic number VDI/VDE 2630, the following topics and parts are planned or are currently in preparation:

Basic principles

Part 1.1 Fundamentals and definitions

Part 1.2 Variables influencing measurement results, and recommendations for computed-tomography dimensional measurements

Part 1.3 Code of practice for the application of DIN EN ISO 10360 to coordinate measuring machines with CT sensors (in preparation)

Part 1.4 Comparison of various dimensional-measurement procedures

Uncertainty/process suitability/calibration

Acceptance and certification

Software systems

A catalogue of all available parts of this guideline can be accessed on the internet at www.vdi.de/2630.

1 Anwendungsbereich

Diese Richtlinie beschreibt typische Einflussgrößen auf das Messergebnis von dimensionellen Messungen mit industrieller Computertomografie (CT). Dazu werden die verschiedenen dimensionellen Messaufgaben klassifiziert, die mittels industrieller CT bearbeitet werden können. Aufgrund der Vielfalt von Bauformen von CT-Geräten und ihren Anwendungen kann für die Einflussgrößen kein Anspruch auf Vollständigkeit erhoben werden.

Der Anwendungsbereich dieser Richtlinie erstreckt sich daher nur auf die CT-Geräte, die im Folgenden beschrieben werden. Im Anhang werden Empfehlungen zur Qualitätssicherung von dimensionellen Messungen mit CT gegeben.

In dieser Richtlinie werden axiale CT-Systeme betrachtet. Bei diesen CT-Geräten erfolgt im Wesentlichen eine Rotation des untersuchten Werkstücks um eine raumfeste Achse. Die Rotation findet orthogonal zur Durchstrahlungsrichtung statt. Betrachtet werden industrielle CT-Geräte mit Röntgenröhren und Linearbeschleunigern als Röntgenquellen.

Im Folgenden wird der Aufbau eines typischen industriellen CT-Geräts beschrieben, für das die angegebenen Einflussgrößen gültig sind. Die beschriebenen Einflussfaktoren gelten dabei sowohl für Fächerstrahl-CT (2-D-CT) als auch für Kegestrahl-CT (3-D-CT). Im Einzelfall wird auf Unterschiede eingegangen.

Es gibt auch andere CT-Verfahren, die auf weiteren Messprinzipien beruhen, als die hier betrachteten; dieses sind insbesondere Laminografie, Neutronen-CT und synchrotronbasierte CT. Bestimmte in dieser Richtlinie beschriebene Einflussgrößen sind im Wesentlichen auch für diese CT-Verfahren gültig.

Grundlagen und Definitionen sowie Beschreibung und Funktion der Einzelkomponenten von CT-Systemen werden in VDI/VDE 2630 Blatt 1.1 beschrieben.

Die in dieser Richtlinie betrachteten CT-Geräte bestehen mindestens aus folgenden Komponenten (siehe auch VDI/VDE 2630 Blatt 1.1, Bild 1):

- Röntgenquelle (hier Röntgenröhre oder Linearbeschleuniger)
- Drehachse zur Rotation des zu durchstrahlenden Bauteils, gegebenenfalls Halterung für Bauteilaufspannung auf der Drehachse
- Röntgendetektor
- Steuerungseinheit (Computer + Steuerungssoftware) zur Aufnahme der Projektionen

1 Scope

This guideline describes typical variables influencing the results of dimensional measurements that are performed using industrial computed tomography (CT). To this end, the various dimensional measurement tasks which can be performed using industrial CT are classified. Due to the plurality of types of CT devices and their applications, the list of influencing variables dealt with cannot claim to be exhaustive.

The scope of this guideline therefore only extends to the CT devices described below. The Annex contains recommendations regarding quality assurance for computed-tomography dimensional measurements.

This guideline addresses axial CT systems. Such CT devices essentially rely on the rotation of the test object about a fixed axis. Rotation is orthogonal to the direction of the X-ray beam. The industrial CT devices considered in this guideline use X-ray tubes or linear particle accelerators (linacs) as X-ray sources.

The configuration of a typical industrial CT device for which the stated influencing variables are valid is described below. The influencing factors described hold for both fan-beam CT (2D-CT) and cone-beam CT (3D-CT). Differences are addressed in individual cases.

Further CT methods exist, which rely on measurement principles other than those considered here; they include, in particular, laminography, neutron CT and synchrotron-based CT. Certain influencing variables described in this guideline essentially apply to these CT methods as well.

Basic principles and definitions as well as the characteristics and functioning of the individual components of CT systems are described in VDI/VDE 2630 Part 1.1.

The CT devices considered in this guideline consist at least of the following components (see also VDI/VDE 2630 Part 1.1, Figure 1):

- X-ray source (here: X-ray tube or linear particle accelerator)
- shaft for rotation of the object to be radiographed, fixture for clamping the object to the shaft, if required
- X-ray detector
- control unit (computer + control software) for recording the projections